Collusion et structure des coûts dans un marché de duopole mixte vs privé de téléphonie mobile

Sami Debbichi, Walid Hichri

GROUPE D'ANALYSE ET DE THÉORIE ÉCONOMIQUE LYON - ST ÉTIENNE

WP 1319

Collusion et structure des coûts dans un marché de duopole mixte vs privé de téléphonie mobile

Sami Debbichi, Walid Hichri

May 2013

Documents de travail | Working Papers

GATE Groupe d'Analyse et de Théorie Économique Lyon-St Étienne

93, chemin des Mouilles 69130 Ecully – France
Tel. +33 (0)4 72 86 60 60
Fax +33 (0)4 72 86 60 90

6, rue Basse des Rives 42023 Saint-Etienne cedex 02 – France
Tel. +33 (0)4 77 42 19 60
Fax. +33 (0)4 77 42 19 50

Messagerie électronique / Email : gate@gate.cnrs.fr
Téléchargement / Download : http://www.gate.cnrs.fr – Publications / Working Papers

Collusion et Structure des Coûts dans un Marché de Duopole Mixte vs Privé de Téléphonie Mobile

Sami DEBBICHI [*]

&

Walid HICHRI [**]

Résumé:

Nous présentons dans ce papier une modélisation du seuil critique de préférence pour la collusion dans un duopole mixte/privé en fonction du tarif d'interconnexion et de son coût marginal, dans un régime de concurrence à la Cournot. L'objectif consiste à comparer la préférence pour la collusion à travers ce seuil dans les deux structures de marché étudiées et dans deux cas de figures : coûts d'interconnexion linéaires et coût d'interconnexion quadratiques. Les résultats montrent que le seuil dépend de deux variables : Le tarif d'interconnexion et un paramètre relatif à la technologie employée par l'opérateur. Les résultats de l'application au cas du marché Tunisien sont conformes aux résultats théoriques.

Mots clés : *Collusion, Structure des coûts, Marché Mixte.*

Classification JEL : *L13, L51, L96*

Abstract:

We present in this paper a modeling of the critical threshold of preference for collusion in a mixed / private duopoly using the interconnection fees and their marginal cost, in a Cournot competition. The objective is to compare the preference for collusion regarding this threshold in both market structures and within two contexts: linear interconnection costs and quadratic ones. The results show that the threshold depends on two variables: The interconnection fees and a parameter related to the technology used by the operator. The findings we obtain from the application of our results to the Tunisian mobile market are consistent with our theoretical model.

.***Key-Words :*** *Collusion, Costs Structure, Mixed Market.*

Classification JEL : *L13, L51, L96*

[*] AEDD, University of Tunis El Manar, e-mail: *sami.debichi@esct.rnu.tn*

[**]Université de Lyon, F-69007, France; CNRS, GATE Lyon Saint Etienne, 93, Chemin des Mouilles, Ecully, F-69130, France; Université Lyon 2, Lyon, F-69007, France; LAREQUAD; e-mail: *hichri@gate.cnrs.fr*

1. Introduction

La théorie économique suggère que le cadre de concurrence sur un marché est généralement retenu pour la modélisation des cas où les concurrents poursuivent tous un même objectif, à savoir la maximisation de leurs profits respectifs. Cependant, il existe des marchés sur lesquels une ou plusieurs firmes poursuivent des objectifs différents. Ce type de structure est appelé marché mixte. La nouvelle économie des pays développés est une économie mixte, au sein de laquelle la production de biens et de services est assurée en même temps par des firmes privées et des firmes publiques. De nombreux secteurs peuvent être qualifiés de mixtes: les secteurs de l'énergie, des télécommunications (Laffont et Tirole (2000), Armstrong et Wright (2009)), des transports ferroviaire, maritime et aérien (Brander et Zhang (1990))... Ces secteurs sont caractérisés par la présence à la fois des firmes privées et des firmes (semi) publiques.

L'oligopole mixte, selon De Fraja et Delbono (1988) est « *un marché où un bien homogène ou différencié est offert par un nombre restreint de firmes » et où la fonction de profit « d'au moins l'une d'entre elles diffère de celle des autres »*. En effet, l'entreprise publique cherche à maximiser le surplus collectif donné par la somme du surplus des consommateurs et du profit de l'opérateur, alors que l'entreprise privée maximise uniquement son propre profit.

Le mouvement de privatisation (Baranes et Jeanneret (1996)) qu'ont connu la plupart des pays durant ces dernières décennies consiste à convertir une société ministérielle en une société par actions possédées et contrôlées par des investisseurs privés. Dans le secteur des télécommunications, par exemple, les premiers pays qui ont privatisé leur opérateur public de télécommunication sont : le Chili, le Japon et le Royaume Uni. Plusieurs études se sont intéressées à ce secteur, en France (Pénard (2002), Girardi (2007)), en Autriche (Briglauer et al. (2009)) aux Etats Unis (Madden et Savage (2000), Parsons (2002)), en Turquie (Karacuka et al. (2011)), mais aussi dans d'autres pays en voie de développement (Wallsten (2001)).

Dans ce secteur, l'année 2000 a marqué un tournant significatif : le nombre d'Etats membres de l'Union Internationale des Télécommunications (U.I.T.) avec des opérateurs partiellement ou complètement privatisés a dépassé le nombre de ceux avec des opérateurs d'Etat, Plus précisément, en 2002, plus de la moitié des pays ont privatisé en totalité ou en partie leurs opérateurs historiques. Le marché a connu une dynamique exponentielle avec la démocratisation d'internet et de la téléphonie mobile (Vogelsang (2010)).

Les enjeux économiques dans le secteur des Télécommunications et sa régulation (Flacher et Jennequin (2007)) sont très importants. Plusieurs problématiques économiques sont à résoudre, comme les barrières à l'entrée (Baranes et Flochel (1999)), l'interconnexion des réseaux (Bulatovic (2004), Schiff (2005), Colombier et al. (2010)), le niveau de tarification (Dessein (2003), Berger (2005)), la privatisation (Wallsten (2002)) et les effets de ces derniers sur la nature (privée ou mixte (De Donder (2005))) et la structure du marché (duopole (Parker et

Roller (1997)), Oligopole (De Donder (2005))) et sur le comportement stratégique des concurrents (concurrence, collusion (Parker et Roller (1997), Hoffler (2009), Souam et Pénard (2002), Baranes et Poudou (2010))), entente, fusion (Artz et al. (2009)) ou déviation).

En Tunisie, précisément en 2006, 35% du capital de Tunisie Télécom (T.T.), l'opérateur historique sur le marché tunisien, a été vendu à un partenaire stratégique nommé Tecom-Dig de Dubaï (U.A.E.), qui avait surenchéri sur l'offre de vivendi en proposant 3.052 milliard de dinars (2.24 milliard de dollars), contre 2.760 milliards de dinars pour le groupe français. Ce mouvement de privatisation a transformé, d'un point de vue théorique, le marché d'un duopole mixte à un duopole semi privé.

Dans ce contexte, une question intéressante mérite d'être posée: un duopole mixte est il préférable à un duopole privé en termes de bien-être collectif? De Fraja et Delbono (1989) montrent que la réponse à cette question n'est pas affirmative, même dans les cas où les entreprises publiques et privées ont la même structure de coûts. Dans le même contexte, Ouattara (2011) a analysé la profitabilité des fusions dans un oligopole mixte asymétrique constitués de deux firmes privées et une seule publique avec structure quadratique des coûts, en supposons qu'il existe un écart technologique entre les deux types d'entreprises. Il a montré que l'acquisition partielle d'une entreprise publique ayant un retard technologique par une firme privée peut être bénéfique en termes de bien-être collectif, mais aussi pour les actionnaires. Par ailleurs, Cortade (2005) a étudié la stratégie de collusion des opérateurs d'internet et a montré que la préférence pour la collusion ne dépend pas du niveau de la charge d'accès dans le cas où la structure du marché est verticalement séparée.

Dans ce travail de recherche, nous allons modéliser et comparer le seuil critique de collusion dans un marché constitué de deux opérateurs symétriques: un public et un privé, dans un régime de concurrence à la Cournot. Notre travail se penchera sur deux cas de figures: le cas où les coûts d'interconnexion sont linéaires, et le cas où ces coûts sont quadratiques.

Nous allons supposer dans un premier cas une fonction de coût d'interconnexion linéaire et commune aux deux types d'opérateurs. Le coût total d'interconnexion s'écrit comme le produit d'un paramètre relatif à la technologie employée et supposé identique pour les deux opérateurs et de la quantité échangée, ce qui nous donne un coût marginal constant. Dans un deuxième cas, nous allons utiliser une fonction de coût quadratique avec un coût d'interconnexion linéaire et croissant avec la quantité échangée.

Le papier sera organisé comme suit ; dans un premier lieu, nous commencerons (section 2) par la présentation des hypothèses et du cadre théorique du modèle. Ensuite, dans la section 3, nous allons introduire dans le modèle le seuil critique de collusion dans le cadre d'un duopole avec opérateurs mixtes, en utilisant successivement les deux cas des structures de coûts linéaire et quadratique. Dans la section 4, nous allons réintroduire le seuil critique de collusion dans un duopole où les opérateurs ne seront plus mixtes, mais privés. La section 5 sera consacrée aux résultats et à une analyse comparative des résultats trouvés dans les deux sections précédentes. Enfin, avant de conclure (section 7), nous présenterons en section 6 une application au cas du marché de téléphonie mobile Tunisien qui est passée par ces deux structures mixte et privée.

2. Hypothèses et cadre théorique :

Nous allons supposer que le marché de la téléphonie mobile est constitué de deux opérateurs qui sont dans un cadre de concurrence à la Cournot. Chaque opérateur $i = 1,2$ est caractérisé par un coût d'interconnexion θ_i (Flochel (1999), Harbord et Pagnozzi (2010)).

Chaque opérateur peut supporter deux types de coûts : le coût de faire passer son appel jusqu'au point d'interconnexion avec son concurrent (ce coût dépend donc de la quantité d'appels sortants q_{12}) et le coût d'acheminement d'un appel du concurrent sur son propre réseau (ce coût dépend de la quantité d'appels entrants q_{21}).

Soit q_{12} la quantité du trafic écoulée du réseau 1 vers le réseau 2 et q_{21} la quantité du trafic écoulée du réseau 2 vers le réseau 1. Les deux opérateurs se mettent d'accord sur un tarif d'interconnexion commun $a_1 = a_2 = a$.

Nous supposons également que les deux opérateurs pratiquent des tarifs de détail très proches $P_1 = P_2 = P$. Soit $P = 1 - Q = 1 - (q_{12} + q_{21})$ la fonction de demande inverse et Q la quantité totale du trafic échangé entre les deux réseaux.

Dans ce qui suit, nous allons modéliser le seuil critique de collusion dans deux cas de figures : le cas où le duopole est mixte et celui où il est privé. Dans chacune de ces deux configurations industrielles, nous allons supposer successivement que les coûts sont linéaires, puis quadratiques. Le premier opérateur *(i=1)* est supposé être l'opérateur privé. Sa fonction de profit, lorsque la structure de coûts est linéaire, est :

$$\pi_1 = (1 - q_{12} - q_{21} - a)\, q_{12} + aq_{21}$$

L'opérateur 2 est supposé être l'acteur public. Alors que, la firme privée maximise son profit π_1, l'opérateur 2 maximise le surplus collectif π_2 donné par la somme du surplus des consommateurs et de son propre profit.

$$\pi_2 = \frac{1}{2}(q_{12} + q_{21})^2 + (1 - q_{12} - q_{21} - a)q_{21} + aq_{12}$$

Enfin, nous reprenons l'hypothèse de Debbichi et Ben Khalifa (2013) et nous supposons que les deux opérateurs utilisent la même technologie et pratiquent un tarif d'interconnexion qui est au dessous du coût marginal.

L'incitation à la collusion sur le marché de la téléphonie mobile se fera à travers le seuil critique de collusion et le facteur d'escompte. En effet, l'arbitrage entre les deux comportements stratégiques des deux opérateurs, concurrentiel ou collusif repose sur l'arbitrage entre le gain à court terme à dévier de la collusion et la perte à long terme lorsqu'il y a déviation. Si déviation il y a, il y aura à la période qui suit un retour vers le comportement concurrentiel. La collusion pour un opérateur est soutenable si la préférence pour le présent, exprimé par le taux d'actualisation r, où $\delta = \frac{1}{1+r}$ et $0 \leq \delta \leq 1$, est suffisamment faible (Friedman (1971)).

Le déroulement du jeu séquentiel se fait comme suit: supposons qu'une entente soit décidée entre les deux opérateurs en $t = 0$. Si l'entente est respectée, l'opérateur i réalise un profit de collusion π_i^{Col}. Si l'opérateur i décide de dévier de l'entente, il obtient un profit de déviation $\pi_i^{Dev} > \pi_i^{Col}$. Le gain à court terme est alors, $\pi_i^{Dev} - \pi_i^{Col}$.

A long terme, la valeur actualisée des gains en cas de déviation est:

$$V_i^{Conc} = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \pi_i^{Conc} = \frac{\delta}{1-\delta} \pi_i^{Conc}$$

Et la valeur actualisée de la collusion est :

$$V_i^{Col} = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^t \pi_i^{Col} = \frac{\delta}{1-\delta} \pi_i^{Col}$$

A long terme également, le profit de la concurrence étant inférieur au profit de la collusion ($\pi^{Col} > \pi^{Con}$), la perte actualisée enregistrée par un opérateur suite à la décision de dévier est égale à :

$$\frac{\delta}{1-\delta} (\pi^{Col} - \pi^{Con})$$

L'opérateur ne sera pas stratégiquement intéressé par la déviation lorsque la perte actualisée, à long terme, est supérieure au gain au court terme obtenu grâce à la déviation. Autrement dit, lorsque :

$$\frac{\delta}{1-\delta} (\pi^{Col} - \pi^{Con}) > (\ \pi_i^{Dev} - \pi_i^{Col}) \Leftrightarrow \delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{Dev} - \pi^{Col}}{\pi^{Dev} - \pi^{Conc}}$$

Cette condition est vérifiée lorsque le facteur d'escompte δ vérifie la condition suivante :

$$\delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{Dev} - \pi^{Col}}{\pi^{Dev} - \pi^{Conc}}$$

où $\bar{\delta}$ est défini comme étant le seuil critique de préférence pour la collusion (Debbichi et Hichri (2013)).

Dans ce qui suit, nous allons modéliser le seuil critique de collusion dans deux structures de duopole différentes (mixte et privé).

3. Duopole avec des opérateurs Mixtes:

3.1. Coûts d'interconnexion linéaires :

Les opérateurs téléphoniques sur le marché de téléphonie mobile supportent deux types de coûts : le tarif d'interconnexion pratiqué entre les opérateurs téléphoniques et le coût total d'interconnexion supporté par chaque firme et qui dépend de la technologie utilisée.

Les coûts d'interconnexion sont de deux types : le premier concerne les coûts d'interconnexion fixes directs qui sont les coûts relatifs à la mise en place de nouvelles installations spécifiques pour assurer l'interconnexion; il peut s'agir de simples adjonctions au réseau, ou d'installations plus complexes nécessitant de gros investissements. Le second type de coûts regroupe les coûts variables indirects d'interconnexion et qui sont les coûts sensibles au trafic. En effet, chaque réseau, au départ, est conçu pour écouler la charge de trafic optimale de ses propres abonnés. Lorsqu'un exploitant assurant l'interconnexion écoule une charge de trafic supplémentaire sur le réseau, cette capacité optimale doit être adaptée en conséquence. Pour augmenter la capacité du réseau, l'opérateur doit procéder à un nouvel investissement.

Soit le coût total d'interconnexion $CT_i = \mu_i q_{ji}$ de forme linéaire et qui dépend de la technologie μ_i, supposée identique ($\mu_i = \mu_j = \mu$) pour les deux opérateurs, et de la quantité q_{ij} échangée entre les deux réseaux, avec $i, j = \{1,2\}\, et\ i \neq j$.

Le coût marginal d'interconnexion est donnée par $\theta_i = \frac{\partial CT_i}{\partial q_{ij}} = \mu_i = \mu$. Le coût marginal d'interconnexion est constant et ne dépend donc pas de la quantité échangée.

Le coût marginal est le surcoût, ajouté à une base existante de coûts, nécessaire pour assurer, à un service donné, un développement marginal déterminé. En termes Economiques, le coût marginal de long terme diffère du coût marginal à court terme. En effet, le coût marginal à court terme de l'utilisation du service téléphonique est le surcoût imposé à un exploitant par une seule communication téléphonique supplémentaire, où une minute d'utilisation peut être pratiquement nulle. A long terme, toutefois, on suppose que toutes les installations et les opérations du réseau sont configurées de manière optimale pour tenir compte du volume exact du trafic prévu, et donc, une communication téléphonique supplémentaire entraîne un investissement marginal supplémentaire et un surcoût d'exploitation

.

3.1.1. Equilibre de Cournot :

Les deux opérateurs utilisent un tarif d'interconnexion qui se situe au dessous du coût marginal, ce qui leur procure une rente égale à $a - \theta = (a - \mu)$. En tenant compte de cette rente, le profit de chaque operateur devient alors :

$$\pi_1^{Conc} = (1 - q_{12} - q_{21}\text{-a})\ q_{12}\text{+}(a - \mu)q_{21}$$

$$\pi_2^{Conc} = \frac{1}{2}(q_{12} + q_{21})^2\ + (1 - q_{12} - q_{21} - a)q_{21} + (a - \ \mu)q_{12}$$

Alors que l'opérateur public maximise le surplus collectif, donné par la somme du surplus des consommateurs et de son propre profit, l'opérateur privé ne maximise, quant à lui, que son propre profit. Les conditions de premier ordre des deux programmes de maximisation s'obtiennent avec

$$\frac{\partial\pi_i^{Conc}}{\partial q_{ij}} \text{=0 où } i, j = \{1,2\}\ et\ i \neq j$$

et vérifient le système suivant :

$$\begin{cases} q_{12} = \frac{1}{2}(1 - q_{21} - a) \\ q_{21} = (1 - a) \end{cases}$$

Les quantités et les profits de Cournot sont données par :

$$\begin{cases} q_{12}^* = 0 \\ q_{21}^* = (1 - a) \\ \pi_1^{conc*} = (a - \mu)(1 - a) \\ \pi_2^{Conc*} = \frac{1}{2}(1 - a)^2 \end{cases}$$

Selon ces résultats, le profit de l'opérateur public dépend seulement du niveau du tarif d'interconnexion pratiqué, tandis que celui de l'opérateur privé dépend à la fois de la technologie et du niveau du tarif d'interconnexion. L'opérateur privé ne tire profit que du trafic entrant q_{21}, alors que l'opérateur public ne tire profit que du trafic sortant q_{21}.

Notons S_1 la part de marché de l'opérateur 1 (opérateur privé), et S_2 celle de l'opérateur 2 (opérateur mixte), avec $S_1 + S_2 = 1$. Il en résulte alors que :

$$S_1 = \frac{q_{12}^*}{Q^*} = 0 \qquad et \qquad S_2 = \frac{q_{21}^*}{Q^*}\ = 1$$

Proposition 1 : *Dans un régime de concurrence à la Cournot et avec une structure des coûts linéaire, l'opérateur privé a un poids nul sur le marché et l'opérateur public est le seul fournisseur. Le profit de l'opérateur public dépend du seul tarif d'interconnexion, alors que celui de l'opérateur privé dépend aussi de la technologie utilisée.*

3.1.2. Equilibre en cas de Collusion :

Les gains retirés d'une décision potentielle de collusion par les deux opérateurs se calculent en maximisant le profit joint noté π_M. Les deux firmes se comportent alors comme un monopole. Les deux firmes s'arrangent pour partager le profit du monopole selon une règle fixée d'un commun accord. La fonction de profit joint s'écrit comme suit :

$$\pi_M = \frac{1}{2} Q_M^2 + (1 - Q_M - a) Q_M + (a - \mu) Q_M$$

où Q_M représente la quantité totale d'interconnexion produite par les deux firmes. Finalement, la quantité issue de cette coopération est donnée à l'équilibre par :

$$Q_M^* = (1 - \mu)$$

$$+\pi_M^* = \frac{1}{2}(1 - \mu)^2$$

Sur les marchés réels, on observe que les quantités produites dans le cas d'une collusion entre els firmes, suite à l'application de la stratégie de coopération, sont allouées au prorata des parts de marché. Nous supposerons pour des soucis de simplification que les deux opérateurs se partagent de manière égalitaire le profit total réalisé dans le cas d'une collusion décidée entre els firmes.

Un partage égalitaire des profits et des parts de marché par les deux firmes attribue à chacune d'entre elles à l'équilibre les quantités $q_{12}^{col} = q_{21}^{col} = \frac{1}{2}(1 - \mu)$ et les profits $\pi_1^{Col} = \pi_2^{Col} = \frac{1}{4}(1 - \mu)^2$.

Le profit obtenu en présence de collusion ne dépend que de la technologie utilisé, et s'avère indépendant du niveau du tarif d'interconnexion, d'où la proposition suivante :

Proposition 2 : *Dans un régime de concurrence à la Cournot où les deux opérateurs s'entendent pour coopérer, et avec une structure des coûts d'interconnexion linéaire, les quantités et les profits des deux opérateurs privé et mixte varient avec la technologie utilisée et sont indépendants du tarif d'interconnexion.*

3.1.3. Equilibre en cas de déviation :

Pour calculer le profit de déviation, nous supposons que l'opérateur le plus efficace (l'opérateur privé) choisit de dévier. Dans ce cas, il suppose que son rival (l'opérateur public) maintient constant son niveau d'output issu de la stratégie de collusion, et choisit la quantité de déviation notée q_{12}^{dev} qui maximise sa fonction de profit :

$$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(1 - q_{12}^{dev} - q_{21}^{col} - a\right) q_{12}^{dev} + (a - \mu) q_{21}^{col}$$

Le programme de maximisation de cette fonction de profit aboutit à une quantité d'équilibre $q_{12}^{dev} = \frac{1}{4}(1 + \mu - 2a)$.

La quantité produite par l'opérateur 2 mixte étant inchangée et égale à $q_{21}^{col} = \frac{1}{2}(1 - \mu)$, nous pouvons donc annoncer la proposition suivant :

Proposition 3 : *Dans un régime de concurrence duopolistique et avec une structure des coûts linéaires, en cas de déviation de l'opérateur privé, les deux opérateurs ont des parts de marché non nulles qui varient selon la technologie utilisée (pour les deux opérateurs) et la valeur du tarif d'interconnexion (pour l'opérateur privé).*

En remplaçant les quantités q_{12}^{dev} et q_{21}^{col} par leurs valeurs à l'équilibre dans la fonction de profit π_1^{Dev} de la firme 1, nous obtenons :

$$\pi_1^{\text{Dev}} = \frac{1}{16}(1+\mu-2a)^2 + \frac{1}{2}(1-\mu)(a-\mu)$$

3.1.4. Calcul du seuil critique de collusion :

Après avoir calculé successivement les différents profits obtenus en concurrence, en collusion en dans le cas d'une déviation, lorsque la structure des coût est linéaire, nous pouvons calculer le seuil critique de préférence pour la collusion à partir de la formule calculée précédemment :

$$\delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{\text{Dev}} - \pi^{\text{Col}}}{\pi^{\text{Dev}} - \pi^{\text{Conc}}}$$

Nous obtenons :

$$\bar{\delta} = \frac{\frac{1}{16}(1+\mu-2a)^2 + \frac{1}{2}(1-\mu)(a-\mu) - \frac{1}{4}(1-\mu)^2}{\frac{1}{16}(1+\mu-2a)^2 + \frac{1}{2}(1-\mu)(a-\mu) - (a-\mu)(1-a)}$$

Pour les valeurs $\mu = 1$ et $\forall$ a $\in [0,1;1]$ le seuil critique de préférence pour la collusion égal à $\bar{\delta} = \frac{1}{5} = \text{constante}$.

3.2. Coûts d'interconnexion quadratiques :

Dans cette sous-section, nous allons refaire la même démarche que précédemment en gardant les mêmes hypothèses, sauf celle qui concerne la structure des coûts qui seront ici supposés de forme quadratique.

Soit le coût total d'interconnexion $CT_i = \mu_i q_{ji}^2$ de forme quadratique et qui dépend de la technologie μ_i, toujours supposée identique pour les deux opérateurs ($\mu_i = \mu_j = \mu$), et de la quantité q_{ij} échangée entre les deux réseaux, où $i,j = \{1,2\}$ $et\ i \neq j$. Notons bien que le coût marginal d'une unité d'interconnexion d'un réseau $i = 1,2$ ne dépend pas de la quantité sortante du réseau $i\ vers\ j$; $i,j = 1,2$ mais de la quantité entrante du réseau$j\ vers\ i\ avec\ i \neq j$.

Le coût marginal d'interconnexion de l'opérateur i est donnée par $\theta_i = \frac{\partial CT_i}{\partial q_{ij}} = 2\mu_i q_{ji}$. Autrement dit, pour une quantité q_{ji} égale à l'unité (c'est-à-dire pour une minute de trafic), la technologie utilisée est telle que $\mu_i = \frac{1}{2}\theta_i$. Dans ce cas, le coût marginal d'interconnexion est linéaire et dépend non seulement de la technologie utilisée, mais aussi de la quantité échangée entre les deux réseaux, avec une pente égale à $2\mu_i = 2\mu$.

3.2.1. L'Equilibre de Cournot :

Les deux opérateurs sont supposés utiliser une tarification inférieure au coût marginal, ce qui leur procure une rente égale à $a - \theta = (a - 2\mu q_{ji})$. En tenant compte de cette rente, le profit des opérateurs 1 et 2 deviennent respectivement :

$$\pi_1^{Conc} = (1 - q_{12} - q_{21} - \text{a})\, q_{12} + (a - 2\mu q_{21})q_{21}$$

$$\pi_2^{Conc} = \frac{1}{2}(q_{12} + q_{21})^2 + (1 - q_{12} - q_{21} - a)q_{21} + (a - 2\mu q_{12})q_{12}$$

La maximisation du profit de chaque opérateur, $\frac{\partial \pi_i^{Conc}}{\partial q_{ij}} = 0$, où $i, j = \{1,2\}\ et\ i \neq j$, donne les quantités échangées représentées par les fonctions de réaction suivantes :

$$q_{12} = \frac{1}{2}\big((1 - a) - q_{21}\big)$$

$$q_{21} = (1 - a)$$

Après résolution de ce système, les quantités et les profits à l'équilibre de Cournot sont donnés par :

$$q_{12}^* = 0$$

$$q_{21}^* = (1 - a)$$

$$\pi_1^{Conc} = \big(\text{a} - 2\mu(1 - \text{a})\big)(1 - \text{a})$$

$$\pi_2^{Conc} = \frac{1}{2}(1 - \text{a})^2$$

Selon ces résultats, comme dans le cas où les coûts d'interconnexion sont linéaires, le profit de l'opérateur public dépend seulement du niveau du tarif d'interconnexion pratiqué, tandis que celui de l'opérateur privé dépend à la fois de la technologie et du niveau du tarif d'interconnexion. Les parts de marché $(S_1 = 0\ et\ S_2 = 1)$ sont également les mêmes que lorsque les coûts étaient linéaires. La seule différence concerne le profit de l'opérateur 1 qui change lorsque les coûts d'interconnexion deviennent quadratiques.

Proposition 4 : *Dans un régime de concurrence à la Cournot et avec une structure des coûts quadratique, l'opérateur privé à un poids nul sur le marché et l'opérateur public est le seul fournisseur. Le profit de l'opérateur public dépend du seul tarif d'interconnexion, alors que celui de l'opérateur privé dépend aussi de la technologie utilisée.*

A l'équilibre de Cournot, en comparant le profit de la firme 1 (opérateur privé) lorsque les coûts d'interconnexion sont quadratiques, avec celui obtenu dans le cas précédent où ces coûts étaient linéaires, nous trouvons que si $\mu(2a - 1) > 0$, la firme 1 réalise un plus grand profit quand la structure des coûts est quadratique. Pour des valeurs positives de μ, cette condition devient $a > 1/2$. Quant au profit de la firme 2 (firme publique), il reste inchangé à l'équilibre de Cournot, lorsque la structure de coûts change.

3.2.2. Equilibre en cas de Collusion :

Afin d'estimer les gains réalisés suite à une décision de collusion potentielle entre les deux opérateurs, nous maximisons le profit joint, noté π_M que les deux firmes partagent selon un arrangement entre elles. Les deux opérateurs se comportent alors comme un monopole, et le profit joint devient :

$$\pi_M = \frac{1}{2}Q_M^2 + (1 - Q_M - a)Q_M + (a - \mu Q_M)Q_M$$

où Q_M représente la quantité totale d'interconnexion produite par les deux opérateurs. La quantité totale issue de cette coopération à l'équilibre est donnée par :

$$Q_M^* = \frac{1}{(1 + 2\mu)}$$

Ainsi, la quantité issue de la coopération de chaque opérateur est allouée au prorata des parts du marché. En supposant un partage égalitaire de ces parts entre les deux firmes, nous obtenons :

$$q_{12}^{col} = q_{21}^{col} = \frac{1}{2(1 + 2\mu)}$$

Quant au profit total issu de la stratégie de coopération entre les deux opérateurs, il est donné par:

$$\pi_M^* = \frac{1}{(2 + 4\mu)}$$

Comme le montre cette dernière expression, le profit de la collusion ne dépend que de la technologie utilisé et il paraît indépendant du niveau du tarif d'interconnexion.

Sur les marchés réels, les quantités collusives issues de la stratégie de coopération sont allouées au prorata des parts de marché. Nous supposons pour simplifier que les deux opérateurs se partagent de manière égale le profit de collusion. Chacun des deux opérateurs obtient donc un profit π^{Col} tel que :

$$\pi^{Col} = \frac{1}{2}\pi_M^* = \frac{1}{(4+8\mu)}$$

Proposition 5 : *Dans un régime de concurrence à la Cournot où les deux opérateurs s'entendent pour coopérer, et avec une structure des coûts d'interconnexion quadratique, les quantités et les profits des deux opérateurs privé et mixte varient avec la technologie utilisée et sont indépendants du tarif d'interconnexion.*

En comparant le profit de la firme 1 (firme privée) dans le cas de collusion, lorsque les coûts d'interconnexion sont quadratiques, avec celui obtenu dans le cas précédent où ces coûts étaient linéaires, nous trouvons que si $(1-\mu)^2.(1+2\mu) < 1$, la firme 1 réalise un plus grand profit quand la structure des coûts est quadratique.

3.2.3. Equilibre en cas de déviation :

Pour calculer le profit en cas de déviation, nous supposons que c'est l'opérateur le plus efficace (l'opérateur privé) qui choisit de dévier. Dans ce cas, il suppose que son rival continue à maintenir constant son niveau d'output q_{21}^{col} issu de la stratégie de collusion, et choisit la quantité de déviation notée q_{12}^{dev} qui maximise son propre profit π_1^{D} dont la fonction est :

$$\pi_1^{Dev} = \left(1 - q_{12}^{dev} - q_{21}^{col} - a\right)q_{12}^{dev} + (a - 2\mu q_{21}^{col})q_{21}^{col}$$

La fonction de réaction de l'opérateur 1 est :

$$q_{12}^{dev} = \frac{1}{2}\left((1-a) - q_{21}^{col}\right)$$

En remplaçant la quantité q_{21}^{col} par sa valeur $q_{21}^{col} = \frac{1}{2(1+2\mu)}$ obtenue dans le cas de collusion, nous obtenons la quantité d'équilibre de l'opérateur 1, soit :

$$q_{12}^{dev} = \frac{1}{2}\left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - a\right)$$

Ce qui donne un profit pour l'opérateur 1 égal à :

$$\pi_1^{Dev} = \left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - \frac{1}{2}a\right)^2 + \frac{1}{2}\left(a - \frac{\mu}{(1+2\mu)}\right).\frac{1}{(1+2\mu)}$$

Proposition 6 : *Dans un régime de concurrence duopolistique et avec une structure des coûts quadratique, en cas de déviation de l'opérateur privé, les deux opérateurs ont des parts de marché non nulles qui varient selon la technologie* *utilisée (pour les deux opérateurs) et la valeur du tarif d'interconnexion (pour l'opérateur privé).*

Pour une valeur de $\mu = 1$, le profit de l'opérateur qui dévie est :

$$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(\frac{5}{6} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a} - \frac{1}{18}\right)$$

En comparant le profit de la firme 1 (privée) dans le cas de déviation, lorsque les coûts d'interconnexion sont quadratiques, avec celui obtenu par cette firme dans le cas précédent où ces coûts étaient linéaires, nous trouvons ce profit peut être plus ou moins grand, et ce en fonction des valeurs de « a » et de μ.

En termes de parts de marché, la firme 1 s'accapare de plus de parts lorsque els coûts sont quadratiques, que lorsque ces coûts sont linéaires, si la technologie utilisée est telle que $\mu < 1/2$.

3.2.4. Calcul du seuil critique de collusion :

Après avoir calculé successivement les différents profits obtenus en concurrence, en collusion en dans le cas d'une déviation, lorsque la structure des coûts est quadratique et lorsque le marché est mixte, nous pouvons calculer le seuil critique de préférence pour la collusion à partir de la formule calculée précédemment :

$$\delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{\mathrm{Dev}} - \pi^{\mathrm{Col}}}{\pi^{\mathrm{Dev}} - \pi^{\mathrm{Conc}}}$$

En remplaçant chaque terme dans cette dernière expression par sa valeur calculée auparavant, nous obtenons :

$$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\mathrm{a} - \frac{\mu}{(1+2\mu)}\right).\frac{1}{(1+2\mu)} - \frac{1}{(4+8\mu)}}{\left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\mathrm{a} - \frac{\mu}{(1+2\mu)}\right).\frac{1}{(1+2\mu)} - \big(\mathrm{a} - 2\mu(1-\mathrm{a})\big)(1-\mathrm{a})}$$

Ce calcul nous donne, pour $\mu = 1$ et $\forall\ \mathrm{a} \in [0{,}1; 1]$ un seuil critique de préférence pour la collusion égal à :

$$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{5}{6} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a} - \frac{1}{18}\right) - \frac{1}{12}}{\left(\frac{5}{6} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a} - \frac{1}{18}\right) - (3\mathrm{a} - 2)(1-\mathrm{a})}$$

4. Duopole avec des opérateurs Privés :

Dans cette section, nous allons refaire la comparaison entre les deux structures de coûts linéaire et quadratique, mais en supposant la présence de deux opérateurs téléphoniques privés. L'ordre présenté dans notre étude correspond à la chronologie des changements observés sur les marchés de la téléphonie mobile. En effet, nous avions assisté ces dernières années à une vague de privatisation des opérateurs historiques, ainsi qu'à l'élargissement du nombre d'acteurs dans l'industrie des télécommunications. Nous nous concentrons ici sur le processus de privatisation, et nous ne nous préoccupons pas de l'effet de la variation du nombre d'acteurs. Ce dernier point a été traité par Debbichi et Hichri (2013) qui ont présenté une comparaison entre les différentes configurations industrielles, avec deux et trois acteurs, qui peuvent être soit privés soit publics.

4.1. Coûts d'interconnexion linéaires :

Nous supposons que le coût d'interconnexion entre les deux opérateurs est non nul et qu'ils pratiquent mutuellement un tarif au dessus de ce coût d'interconnexion.

Soit CT_i le coût total d'interconnexion, de forme linéaire et donné par $CT_i = \mu_i q_{ji}$. Il dépend de la technologie utilisée μ_i qui est toujours supposée identique pour les deux opérateurs, et de la quantité q_{ij} échangée entre les deux réseaux, avec $i, j = \{1,2\}\ et\ i \neq j$.

Le profit net de chacun des opérateurs est donné par :

$$\pi_1 = (1 - (q_{12} + q_{21}) - a)q_{12} + (a - \mu)q_{21}$$

$$\pi_2 = (1 - (q_{12} + q_{21}) - a)q_{21} + (a - \mu)q_{12}$$

4.1.1. *L'Equilibre de Cournot :*

Les conditions du premier ordre du programme de maximisation des profits des deux firmes nous donnent les deux fonctions de réaction suivantes :

$$q_{12}(q_{21}) = \frac{1}{2}(1 - q_{21} - a)$$
$$q_{21}(q_{12}) = \frac{1}{2}(1 - q_{12} - a)$$

La résolution de ces eux équations nous permet de calculer les quantités produites par chaque firme à l'équilibre :

$$q_{12}^* = q_{21}^* = \frac{1}{3}(1 - a)$$

Le profit réalisé par chaque deux firmes en produisant la quantité d'équilibre est le même et égal à :

$$\pi_1^{Conc} = \pi_2^{Conc} = \frac{1}{9}(1-a)(1+2a-3\mu)$$

Pour que ce profit en duopole privé soit supérieur à celui obtenu dans le cas du duopole mixte de Cournot avec une structure de coûts linéaire, il suffit que la valeur de μ soit telle que $\mu > \frac{(7a-1)}{6}$.

Contrairement à ce qui est annoncé dans la *proposition 1*, le poids de chaque opérateur dans ce cadre de duopole n'est pas nul et la part de marché de chacun dépend du tarif d'interconnexion. L'opérateur privé 1 augmente sa part de marché lorsque l'opérateur 2 devient privé. Ce dernier voit par contre sa part de marché diminuer suite à ce changement.

Les parts de marché des deux firmes restent toutefois indépendantes de la technologie utilisée lorsque le duopole devient privé. Cette technologie a, par contre, un effet sur le profit des deux opérateurs.

4.1.2. *Equilibre en cas de collusion :*

En cas de collusion, les deux opérateurs privés maximisent le profit joint noté π_M et s'entendent sur le partage du profit joint :

$$\pi_M = (1 - Q_M - a)Q_M + (a-\mu)Q_M$$

où Q_M est la quantité totale d'interconnexion produite par les deux opérateurs. Les deux opérateurs se comportent alors comme un monopole. Finalement, la quantité issue de cette coopération est donnée à l'équilibre par $Q_M^* = \frac{1}{2}(1-\mu)$ et la part de chaque firme, lorsque le partage du marché est égalitaire, est $q_{12}^{col} = q_{21}^{col} = \frac{1}{4}(1-\mu)$. Le profit total réalisé pour de telles quantités produites est égal à $\pi_M^* = \frac{1}{4}(1-\mu)^2$, ce qui donne un profit pour chaque firme, lorsque le partage est égalitaire, égal à $\pi_1^{Col} = \pi_2^{Col} = \pi^{\mathrm{Col}} = \frac{1}{8}(1-\mu)^2$.

Les quantités et les profits en cas de collusion lorsque les coûts d'interconnexion sont linéaires et lorsque les deux opérateurs sont privés, diminuent de moitié par rapport au cas où l'un des deux opérateurs est public. Toutefois, comme dans la *proposition 2,* les quantités et les profits des deux opérateurs privés varient avec la technologie utilisée et sont indépendants du tarif d'interconnexion.

4.1.3. *Equilibre en cas de déviation :*

Nous allons supposer que c'est l'opérateur 1 qui dévie de l'accord de collusion et que l'opérateur 2 continue à produire les quantités décidées dans le cadre collusif. Sous cette hypothèse, le profit de l'opérateur 1 en cas de déviation devient :

$$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(1 - q_{12}^{dev} - q_{21}^{col} - a\right)q_{12}^{dev} + (a-\mu)q_{21}^{col}$$

La maximisation de ce profit donne une quantité optimale à produire par l'opérateur 1 en cas de déviation égale à $q_{12}^{dev} = \frac{1}{8}(3 + \mu - 4a)$. Cette quantité est supérieure à celle obtenue en cas de déviation, dans le cas où le second opérateur était public et en présence de coûts d'interconnexion linéaires, si $\mu < 1$. Une telle quantité produite par l'opérateur qui choisie la déviation du cadre collusif permet la réalisation d'un profit égal à :

$$\pi_1^{Dev} = \left(\frac{3}{8} + \frac{1}{8}\mu - \frac{1}{2}a\right)^2 + \frac{1}{4}(a - \mu)(1 - \mu)$$

La *proposition 3*, annoncée ci-dessus, reste donc valable dans le cas où les coûts d'interconnexion sont linéaires et lorsque les deux opérateurs sont privés, puisque les parts de marché des deux firmes sont non nulles et varient selon la technologie utilisée (pour les deux opérateurs) et la valeur du tarif d'interconnexion (pour l'opérateur privé qui dévie).

Lorsque la structure des coûts est linéaire, le profit réalisé par la firme 1 en cas de déviation en présence de deux firmes privées, est supérieur à celui obtenu par la même firme en déviant et lorsque le duopole est mixte, si $a < \frac{5+14\mu-19\mu^2}{40\mu+24}$.

4.1.4. *Calcul du seuil critique de collusion :*

Après avoir calculé successivement les différents profits obtenus en concurrence, en collusion en dans le cas d'une déviation, lorsque la structure des coûts est linéaire et lorsque les deux opérateurs sont privés, nous pouvons calculer le seuil critique de préférence pour la collusion à partir de la formule proposée précédemment :

$$\delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{Dev} - \pi^{Col}}{\pi^{Dev} - \pi^{Conc}}$$

En remplaçant chaque terme dans cette dernière expression par sa valeur calculée auparavant, nous obtenons :

$$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{3}{8} + \frac{1}{8}\mu - \frac{1}{2}a\right)^2 + \frac{1}{4}(a - \mu)(1 - \mu) - \frac{1}{8}(1 - \mu)^2}{\left(\frac{3}{8} + \frac{1}{8}\mu - \frac{1}{2}a\right)^2 + \frac{1}{4}(a - \mu)(1 - \mu) - \frac{1}{9}(1 - a)(1 + 2a - 3\mu)}$$

Pour une valeur de $\mu = 1$ et pour des valeurs de $a \in [0{,}1; 1]$, nous obtenons un seuil critique de collusion égal à $\bar{\delta} = \frac{9}{17} = \text{Constante}$.

4.2. Coûts d'interconnexion quadratiques :

Soit le coût total d'interconnexion, donné par $CT_i = \mu_i q_{ji}^2$; forme quadratique du coût total qui dépend de la technologie μ_i toujours supposé identique pour les deux opérateurs et de la quantité q_{ij} échangée entre les deux réseaux$i, j = 1,2 \; et \; i \neq j$. Notons bien que le coût marginal d'une unité d'interconnexion d'un réseau $i = 1,2$ ne dépend pas de la quantité sortante du réseau $i \; vers \; j$; $i, j = 1,2$ mais de la quantité entrante du réseau$j \; vers \; i \; avec \; i \neq j$.

Le coût marginal d'interconnexion est donc linéaire et donnée par $\theta_i = \frac{\partial CT_i}{\partial q_{ji}} = 2\mu_i q_{ij}$. Il dépend non seulement de la technologie, mais aussi de la quantité échangée entre les deux réseaux. Pour une quantité égale à l'unité, c'est-à-dire pour une minute de trafic, nous avons $\mu = \frac{1}{2}\theta$.

Nous supposons que le coût d'interconnexion est non nul et que les deux opérateurs pratiquent mutuellement un tarif facturé au dessus de ce coût. Le profit net de chacun des deux opérateurs est donné par :

$$\pi_1 = (1 - (q_{12} + q_{21}) - a)q_{12} + (a - 2\mu q_{21})q_{21}$$

$$\pi_2 = (1 - (q_{12} + q_{21}) - a)q_{21} + (a - 2\mu q_{12})q_{12}$$

4.2.1. *L'Equilibre de Cournot :*

Avec des coûts d'interconnexion quadratiques et deux opérateurs privés, les fonctions de réaction issus du programme de maximisation des profits deviennent $q_{12}(q_{21}) = \frac{1}{2}(1 - q_{21} - a)$ et $q_{21}(q_{12}) = \frac{1}{2}(1 - q_{12} - a)$. A l'équilibre, les deux firmes échangent les mêmes quantités sur le marché $q_{12}^* = q_{21}^* = \frac{1}{3}(1 - a)$. C'est la même quantité réalisée que dans le cas où la structure des coûts était linéaire.

Lorsque le duopole devient privé, les parts de marché des deux firmes, quand la structure des coûts devient quadratique, restent inchangées par rapport au cas où cette structure était linéaire. Ces parts sont non nuls, contrairement au cas où le duopole est mixte.

Les deux firmes réalisent un même profit égal à :

$$\pi_1^{Conc} = \pi_2^{Conc} = \frac{1}{9}(1 - a)(1 + 2a(1 + \mu) - 2\mu)$$

Lorsque le duopole est privé, ce profit, qui dépend à la fois de la technologie utilisée et du tarif d'interconnexion, est supérieur à celui réalisé dans le cas où la structure des coûts est linéaire si $a > -\frac{1}{2}$.

Lorsque la structure est quadratique, le profit réalisé en présence de deux opérateurs privés est supérieur à celui obtenu par la firme privée lorsque la seconde firme est publique, si a$< \frac{1+16\mu}{7+16\mu}$.

4.2.2. *Equilibre en cas de collusion :*

Les deux opérateurs maximisent le profit joint noté,π_M et s'entende sur la partage du profit total réalisé. Les deux opérateurs se comportent alors comme un monopole.

$$\pi_M = (1 - Q_M - a)Q_M + (a - 2\mu Q_M)Q_M$$

avec Q_M la quantité totale d'interconnexion produite par les deux firmes. Finalement, la quantité issue de cette coopération est donnée à l'équilibre par $\mathrm{Q}_{\mathrm{M}}^{*} = \frac{1}{2(1+2\mu)}$, ce qui correspond à une quantité pour chaque firme égale à $q_{12}^{col} = q_{21}^{col} = \frac{1}{4(1+2\mu)}$. Le profit total réalisé est égal à $\pi_{\mathrm{M}}^{*} = \frac{1}{4(1+2\mu)}$, ce qui correspond à une part de production pour chaque firme égale à $\pi^{Col} = \frac{1}{8(1+2\mu)}$.

Dans ce cadre où la structure du duopole est privée, ces quantités produites en cas de collusion par la firme 1 sont supérieures à celles produites par la même firme quand les coûts sont linéaires si $\mu(1 - 2\mu) < 0$, ce qui correspond à la condition $\mu > \frac{1}{2}$ si l'on suppose logiquement que μ ne prend que des valeurs positives.

Par ailleurs, lorsque les coûts sont quadratiques, la *proposition 2* reste valable en cas de collusion et quand la structure des coûts devient quadratique. Les quantités produites, de surcroit, ne dépendent que de la technologie utilisée. Elles diminuent de moitié dans le cas où les deux firmes sont privés, par rapport au cas où l'un des deux opérateurs est public.

4.2.3. *Equilibre en cas de déviation :*

Nous allons supposer que c'est l'opérateur 1 qui dévie de l'accord de collusion et que l'opérateur 2 continue à produire les quantités décidées dans le cadre collusif. Sous cette hypothèse, le profit de l'opérateur 1 en cas de déviation devient :

$$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(1 - q_{12}^{dev} - q_{21}^{col} - a\right)q_{12}^{dev} + (a - 2\mu q_{21}^{col})q_{21}^{col}$$

A ce profit correspond une fonction de réaction égale à $q_{12}^{dev} = \frac{1}{2}\left(1 - q_{21}^{col} - a\right)$ et une quantité produite par la firme 1 égale à $q_{12}^{dev} = \frac{3+8\mu(1-a)-4a}{8(1+2\mu)}$. Nous continuons à supposer que la firme 2 respecte l'accord de collusion et produit donc une quantité égale à $q_{21}^{col} = \frac{1}{4(1+2\mu)}$. Le profit de la firme qui dévie de la collusion est égal à :

$$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(\frac{3 + 8\mu - 8\mu a - 4a}{8(1 + 2\mu)}\right)^2 + \left(\frac{4a + 8a\mu - 2\mu}{16(1 + 2\mu)^2}\right)$$

Ce profit, lorsque $\mu = 1$ et $a \in [0{,}1; 1]$, est égal à :

$$\pi_1^{Dev} = \left(\frac{11 - 12a}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(a - \frac{1}{6}\right)$$

Il en résulte que la *proposition 3* et la *proposition 6* restent valables dans le cas où la structure des coûts est quadratique et lorsque les deux opérateurs sont privés.

Lorsque les deux firmes sont privées, la part de marché de la firme qui dévie de la collusion est plus grande lorsque la structure des coûts est quadratique, par rapport au cas où ces coûts sont linéaires, si la technologie utilisée est telle que $\mu < \frac{1}{2}$.

Par ailleurs, une comparaison des deux cas où la structure des coûts est quadratique montre que la part de marché de la firme qui dévie quand les deux firmes sont privées est plus grande que sa part lorsque l'une des firmes est publique, et ce quelle que soit la technologie utilisée.

4.2.4. *Calcul du seuil critique de collusion :*

Après avoir calculé successivement les différents profits obtenus en concurrence, en collusion en dans le cas d'une déviation, lorsque la structure des coûts est quadratique et lorsque les deux opérateurs sont privés, nous pouvons calculer le seuil critique de préférence pour la collusion à partir de la formule proposée précédemment :

$$\delta > \bar{\delta} = \frac{\pi^{Dev} - \pi^{Col}}{\pi^{Dev} - \pi^{Conc}}$$

En remplaçant chaque terme dans cette dernière expression par sa valeur calculée auparavant, nous obtenons :

$$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{3 + 8\mu - 8\mu a - 4a}{8(1 + 2\mu)}\right)^2 + \left(\frac{4a + 8a\mu - 2\mu}{16(1 + 2\mu)^2}\right) - \frac{1}{8(1 + 2\mu)}}{\left(\frac{3 + 8\mu - 8\mu a - 4a}{8(1 + 2\mu)}\right)^2 + \left(\frac{4a + 8a\mu - 2\mu}{16(1 + 2\mu)^2}\right) - \frac{1}{9}(1 - a)(1 + 2a(1 + \mu) - 2\mu)}$$

Pour $\mu = 1$ et $\forall\, a \in [0{,}1; 1]$, nous obtenons un seuil critique de collusion égal à :

$$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{11 - 12a}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(a - \frac{1}{6}\right) - \frac{1}{24}}{\left(\frac{11 - 12a}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(a - \frac{1}{6}\right) - \frac{1}{9}(1 - a)(4a - 1)}$$

5. Résultats et commentaires :

Après étude des différentes combinaisons entre les structures de coûts et les structures de marché, nous présentons en annexe (*Annexe 1*) un tableau récapitulatif des différents résultats théoriques obtenus relatifs aux quantités, aux profits et valeurs du seuil de préférence pour la collusion.

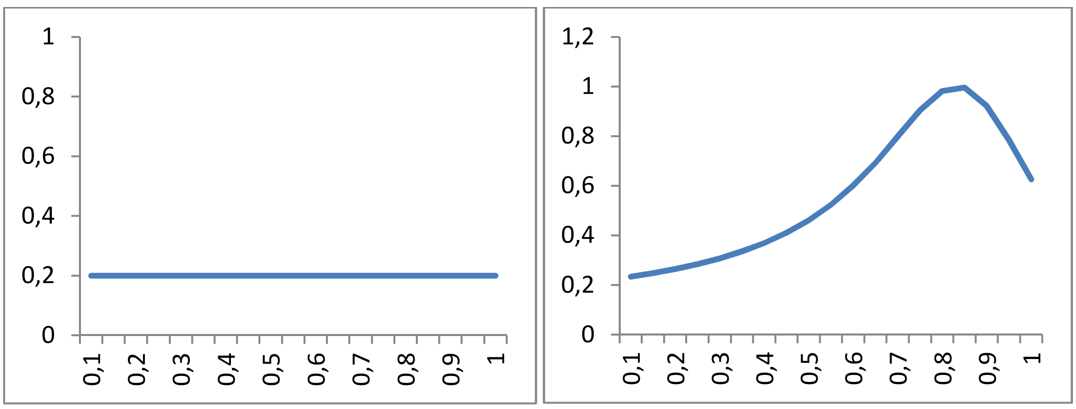
Le seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ peut s'écrire sous la forme $\bar{\delta} = \frac{f(a,\mu)}{g(a,\mu)}$ et avec $f(a,\mu) = \pi^{Dev}(a,\mu) - \pi^{Col}(a,\mu)$ et $g(a,\mu) = \pi^{Dev}(a,\mu) - \pi^{*}(a,\mu)$. Le premier terme $f(a,\mu)$ désigne l'intérêt de dévier de l'équilibre collusif, tandis que le second terme $g(a,\mu)$ désigne l'intérêt de dévier de l'équilibre concurrentiel.

Dans ce cas, si la valeur de $\bar{\delta}$ est proche de zéro, alors $f(a,\mu) = \pi^{Dev}(a,\mu) - \pi^{Col}(a,\mu) = 0$, ce qui signifie que le profit issu de la stratégie de déviation est égal au profit issu de la stratégie de collusion, ce qui stabilise la collusion entre les deux opérateurs et rend toute déviation inintéressante.

Par ailleurs, lorsque la valeur du facteur d'escompte δ, comprise entre 0 et 1, est supérieure au seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$, l'opérateur privilégie la collusion (Friedman (1971)).

La *figure 1* représente la variation du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ en fonction de la valeur du tarif d'interconnexion $a \in [0.1; 1]$ dans le cas d'un duopole mixte et lorsque la technologie utilisée est telle que $\mu = 1$.

Lorsque la structure de coûts d'interconnexion est linéaire, le seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ est constant et égal à $\frac{1}{5}$. Dans ce cas, la faible valeur du seuil $\bar{\delta}$, dont la valeur est théoriquement comprise entre 0 et 1, rend la collusion très probable dans ce cas.



Structure de Coûts d'interconnexion linéaire

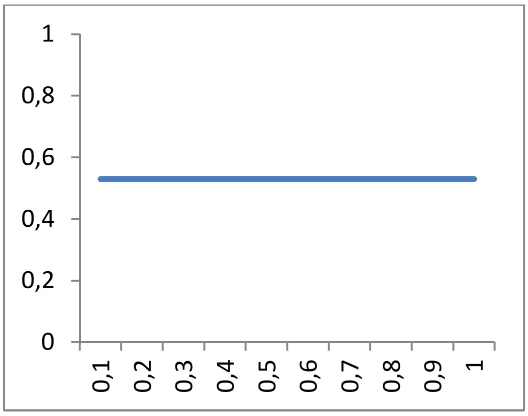
Structure de Coûts d'interconnexion quadratique

Figure 1 : Variation du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ en fonction du tarif d'interconnexion « a » dans un duopole Mixte

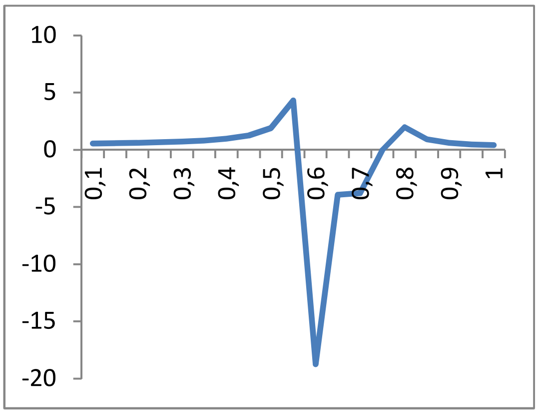
Dans le cas où la structure des coûts d'interconnexion est quadratique, la valeur du seuil d'interconnexion est positive pour toute valeur de « a » comprise dans l'intervalle [0.1 ; 1]. Cette valeur du seuil est toujours inférieure à 1. Cela signifie que la collusion est possible pour toute valeur du tarif d'interconnexion a comprise dans l'intervalle [0.1 ; 1], et que cette collusion est de plus en plus difficile lorsque ce tarif augmente de 0, 1 à 0,8. A partir d'un tarif d'interconnexion égal à 0,8, la collusion redevient de plus en plus facile lorsque ce tarif augmente. est comprise dans l'un de ces eux intervalles. Contrairement au cas linéaire, la collusion semble donc être plus difficile dans le cas où la structure des coûts d'interconnexion est quadratique.

Proposition 7 : *Dans un duopole mixte, et avec une technologie utilisée telle que* $\mu = 1$*, la collusion est plus difficile lorsque la structure des coûts est quadratique, que dans le cas où cette structure est linéaire*

Dans le cas d'un duopole privé (*Figure 2*), et lorsque la structure des coûts d'interconnexion est linéaire, la valeur du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ reste constante et ne varie pas avec la valeur des tarifs d'interconnexion « a » qui est comprise entre 0 et 1. Toutefois, ce seuil est plus grand ($\bar{\delta} = 0.53$) que celui du cas précédent avec duopole mixte ($\bar{\delta} = 0.2$). La collusion est donc plus difficile dans un duopole privé que dans un duopole mixte, lorsque la structure des coûts d'interconnexion est linéaire.



Structure de Coûts d'interconnexion linéaire



Structure de Coûts d'interconnexion quadratique

Figure 2 : Variation du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ en fonction du tarif d'interconnexion « a » dans un duopole Privé.

Toujours dans le cadre d'un duopole privé (*Figure 2*), lorsque la structure des coûts est quadratique, le seuil critique de préférence pour le présent est compris entre zéro et 1 pour des valeurs du tarif d'interconnexion « a » appartenant à [0 ;

0.4], [0.53 ; 0.54], [0.73 ; 0.76] et [0.81 ; 1]. Lorsque la valeur de « a » appartient à ces intervalles et lorsque la valeur du facteur d'escompte δ est supérieure à la valeur du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ correspondant à la valeur de « a » dans ces intervalles, la collusion devient possible et préférée à la déviation.

La *proposition 7* semble donc rester valable lorsque le duopole devient privé, puisque la collusion reste plus facile quand la structure des coûts est linéaire que lorsqu'elle est quadratique.

En comparant les deux cas où les structures de coûts sont quadratiques, nous observons que la collusion est plus facile lorsque le duopole est privé (a $\in$ [0 ; 0.4], [0.53 ; 0.54], [0.73 ; 0.76] ou [0.81 ; 1]) que lorsque le duopole est mixte (a $\in$ [0.1 ; 1]). Nous pouvons donc annoncer la *proposition 8* suivante :

Proposition 8 : *Dans un duopole privé, et avec une technologie utilisée telle que* $\mu = 1$*, la collusion est plus difficile lorsque la structure des coûts est linéaire et plus facile lorsque la structure des coûts est quadratique, que dans le cas d'un duopole mixte.*

6. Application au cas du marché de Téléphonie mobile en Tunisie :

Comme mentionné dans Debbichi et Ben Khalifa (2013), «l'une des principales insuffisances de la concurrence sur le marché de la téléphonie mobile en Tunisie, c'est le fait que l'évolution des tarifs d'interconnexion aient connu une faible diminution après l'an 2008, malgré une certaine stabilité entre 2003 et 2008, dans la période de duopole."

Une étude théorique et économétrique du seuil et des frais d'interconnexion, ainsi que de la décision de collusion, est présentée par Debbichi et Hichri (2013).

Le choix de la Tunisie pour étudier la structure des marchés de téléphone mobile dans les pays en développement s'explique par les changements dynamiques et importants dans ce marché au cours de la dernière décennie. La structure du marché de la téléphonie mobile en Tunisie a connu en effet plusieurs changements, passant d'une structure monopolistique (1992-2001), à un duopole (2002-2009) suite à l'entrée d'un opérateur privé (*Tunisiana*), jusqu'à devenir une structure à trois opérateurs (de 2010 à aujourd'hui). En plus du nombre d'opérateurs présents sur le marché, il y a eu également des changements dans la nature de ces intervenants. En effet, la privatisation de « *Tunisie Telecom* » (l'opérateur national historique) en 2006 a transformé (théoriquement) le marché d'un duopole mixte (public-privé) à un duopole privé. Par la suite, avec l'entrée d' « *Orange Tunisie* » sur le marché en 2010, le marché est devenu composé de trois opérateurs privés.

En appliquant nos résultats théoriques de calcul du seuil critique de préférence pour la collusion à l'évolution du marché de téléphonie mobile dans le cas tunisien entre 2002 et 2010, nous obtenons le tableau suivant (*Tableau 1*) :

	Structure du marché	
	Duopole Mixte (2002-2006)	*Duopole Privé (2007-2010)*
Structure des coûts	$\mu = 1$	
Linéaire	$\bar{\delta} = \frac{1}{5} = \text{cte}$	$\bar{\delta} = \frac{9}{17} = \text{cte}$
Quadratique	$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{5}{6}-\frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a}-\frac{1}{18}\right) - \frac{1}{12}}{\left(\frac{5}{6}-\frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a}-\frac{1}{18}\right) - (3\mathrm{a}-2)(1-\mathrm{a})}$	$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{11-12\mathrm{a}}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(\mathrm{a}-\frac{1}{6}\right) - \frac{1}{24}}{\left(\frac{11-12\mathrm{a}}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(\mathrm{a}-\frac{1}{6}\right) - \frac{1}{9}(1-a)(4a-1)}$

Tableau 1 : Valeurs théoriques du seuil critique de préférence pour la collusion pour différentes structures de marché et de coûts

Les *figures 1* et *2* correspondent au traçage des différentes valeurs de ces $\bar{\delta}$ données par le *Tableau 1* pour différentes valeurs de « a » comprises entre 0 et 1.

La valeur du tarif d'interconnexion « a » sur le marché tunisien a été étudiée par Debbichi et Ben Khalifa (2013) sur la période allant de 2002 à 2010. Les valeurs réelles retenues sont présentées dans le *Tableau 2* suivant :

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Valeur de a	0,15	0,106	0,115	0,115	0,123	0,108	0,1	0,095	0,087

Tableau 2 : Valeurs réelles du tarif d'interconnexion a sur le marché tunisien de 2002 à 2010 (Debbichi et Ben Khalifa (2013))

Nous allons utiliser ces différentes valeurs réelles de « a » contenues dans le *Tableau 2* pour comparer les différentes valeurs des expressions théoriques du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ présentées dans le *Tableau 1* et calculés avec $\mu = 1$.

Debbichi et Ben Khalifa (2013) ont également estimé les coûts d'interconnexion en Tunisie sur la même période 2002-2010, lorsque la structure est linéaire. Nous utiliserons ces coûts à des fins de comparaison avec les différents seuils de collusion calculés, mais aussi avec le tarif d'interconnexion « a ». Selon l'hypothèse faite par Laffont et Tirole (2000) et appelée « *Balanced Calling Pattern,"* la fraction d'appels d'un réseau, qui se terminent sur l'autre réseau concurrent, est proportionnelle à la part de marché de ce dernier. En d'autres termes, le flux d'appels entrants et sortants est équilibré même si les parts de marché ne le sont pas. De ce fait, on s'attend à ce que le coût d'interconnexion converge, avec le temps vers le tarif d'interconnexion que chaque opérateur facture à son concurrent.

La *figure 3* compare les valeurs théoriques du seuil critique de préférence pour la collusion, calculées avec les tarifs d'interconnexion « a » retenus par Debbichi et Ben Khalifa (2013), en duopole mixte (2002-2006) et en duopole privé (2007-2010) sur le marché de téléphonie mobile en Tunisie.

Quand la technologie utilisée est telle que la structure des coûts est linéaire, le seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$, comme indiqué dans le *Tableau 1*, est indépendant du tarif d'interconnexion « a » et reste donc constant. La valeur de ce seuil, pour les deux structures du duopole (privé et mixte) sont supérieurs au coût d'interconnexion estimé et au tarif d'interconnexion « a ».

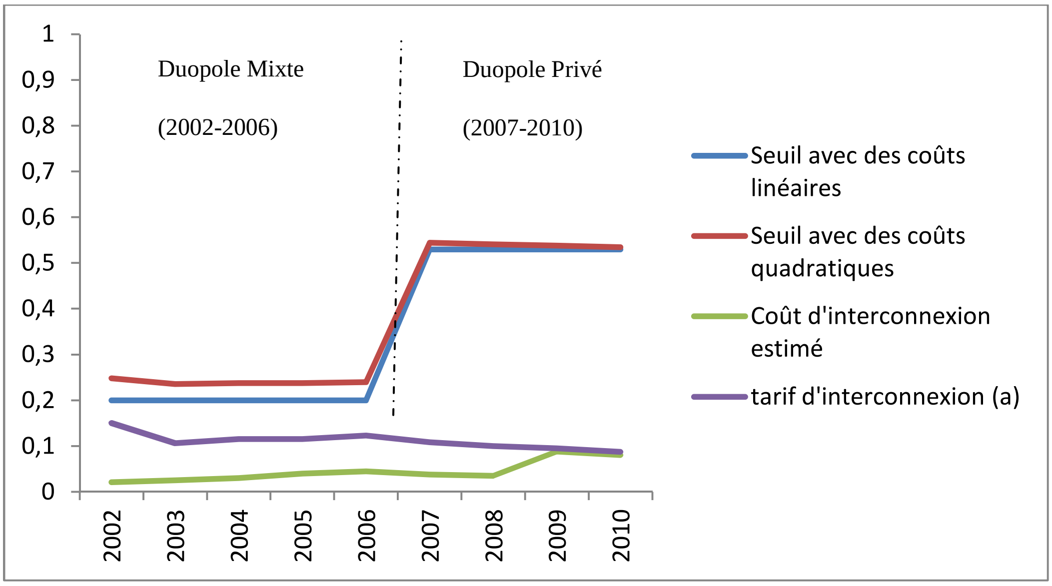


Figure 3 : Seuil critique de préférence pour la collision dans un duopole mixte (2002-2006) et dans un duopole privé (2007-2010), coût d'interconnexion estimé (2002-2010) et tarif d'interconnexion réel (2002-2010) sur le marché de téléphonie mobile en Tunisie.

Selon les résultats présentés dans la *figure 3*, la valeur du seuil critique de préférence pour la collusion $\bar{\delta}$ est plus grand lorsque le duopole est privé que dans le cas où le duopole est mixte. En effet, en 2006, avec la privatisation de l'opérateur public *Tunisie Télécom (*passage d'une structure de duopole mixte à une structure de duopole privé), la concurrence sur le marché devient plus rude et la collusion s'avère plus difficile à réaliser. Cette variation de ce seuil semble également être la même dans les deux structures de duopole (privé et mixte). Nos résultats montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les seuils lorsque la structure des coûts change.

Par ailleurs, selon la *figure 3,* l'hypothèse de « *Balanced Calling Pattern,"* faite par Laffont et Tirole (2000), semble être vérifiée, puisque nous observons une convergence entre le coût d'interconnexion et le tarif d'interconnexion « a » de 2002 à 2010.

Afin de mieux comprendre l'effet de la privatisation de « *Tunisie Telecom* » en 2006 sur l'évolution du seuil critique de préférence pour la collusion $\overline{\delta}$ sur le marché tunisien, nous allons procéder à l'étude du modèle économétrique suivant.

Cette étude économétrique cherche à estimer l'hypothèse de Pénard (2003) selon laquelle tout facteur qui intensifie la concurrence entre les opérateurs est plus porteur d'incitation à la collusion. Nous allons exprimer l'effet de chaque variable explicative retenue sur le seuil critique de collusion (variable expliquée) modélisé et calculé entre 2002 et 2010.

La première variable explicative est la *Concentration*. Elle est exprimée par l'indice *HHI* (*Herfindhal Hirschman Index*). Debbichi et Ben Khalifa (2013) présentent une estimation de cet indice sur le marché tunisien de 2003 à 2010. Il est calculé en additionnant le carré des parts de marché (généralement multipliées par 100) de touts les opérateurs. Plus l'indice *HHI* est élevé, plus le marché est concentré et plus la préférence pour la collusion est forte. Le signe du coefficient estimé de cette variable devrait donc être positif. D'autres études concernant cet indice et sa relation avec le seuil de préférence pour la collusion sont présentées dans Baranes et al. ((2007) et (2012)).

La seconde variable explicative est la *Privatisation.* Elle représente la part du capital de Tunisie Telecom détenue par l'Etat tunisien durant la période d'étude.

Une troisième variable explicative, appelée *Tarif de Terminaison d'Appel (T.T.A),* est introduite dans le modèle. Elle représente les prix échangés entre les opérateurs et exprimés en Dinar Tunisien (monnaie locale) Hors Taxes.

La dernière variable concerne les *Prix Finaux (P.F.)* qui sont les prix payés par le consommateur. Ils sont exprimés également en Dinar Tunisien Hors Taxes. Toutes les variables du modèle sont en logarithmes. Le *Tableau 3* présente les résultats de l'estimation de ce modèle théorique.

Toutes les variables sont significatives au seuil 1% et 5%. La variable associé à la concentration et mesurée par l'*indice de Herfindhal Hirschman* (*H.H.I.*) a un coefficient de signe positif. Par conséquent, plus cet indice est grand, plus le marché de téléphonie mobile est concentré, et plus le seuil de préférence pour la collusion est grand. Cette augmentation de la valeur de ce seuil rend donc la collusion plus difficile.

Variable dépendante: log (seuil critique de préférence pour la collusion)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Log (Concentration)	0.587437	0.258915	2.268837	0.0725
Log(T.terminaison)	-1.818132	0.675227	-2.692626	0.0432
Log(Privatisation)	-1.079885	0.382386	-2.824071	0.0369
Log (P. final)	2.369234	1.924450	1.231122	0.2730

R-squared	0.845600	Mean dependent var	0.372724
Adjusted R-squared	0.752961	S.D. dependent var	0.158040
S.E. of regression	0.078551	Akaike info criterion	-1.949039
Sum squared resid	0.030851	Schwarz criterion	-1.861384
Log likelihood	12.77068	Hannan-Quinn criter.	-2.138199
Durbin-Watson stat	2.624104		

Tableau 3. : Résultats de l'estimation du seuil critique de préférence pour la collusion

Théoriquement, un marché plus concentré (où le nombre des opérateurs est faible) facilite la collusion. Ce paradoxe peut être expliqué par le fait que l'indice HHI n'est pas l'indice convenable, car il est basé sur les parts de marché clientèle et non sur les parts de marché en termes de profits et de revenu. En effet, Certains travaux comme Davidson et Denerecke (1984) montrent que, parfois, des structures de marché très concentrées peuvent aussi être moins porteuses d'incitations à la collusion.

Les prix finaux (*P.F.*) payés par les consommateurs semblent avoir un effet positif sur le niveau du seuil de préférence pour la collusion, et donc un effet négatif sur la préférence pour la collusion. En effet, si le prix final augmente, la marge $(P - a)$ faite par l'opérateur augmente également, d'où la préférence pour la concurrence par rapport à la collusion.

Les tarifs de terminaison d'appel *(T.T.A.)*, payés par chaque opérateur à son concurrent semblent avoir un effet négatif sur le seuil de préférence pour la collusion. Une augmentation de ces tarif rend donc la collusion plus facile. En effet, lorsque la marge de l'opérateur $(P - a)$ diminue suite à l'augmentation du tarif de terminaison d'appel « a », les opérateurs peuvent avoir intérêt à privilégier la collusion au cadre de concurrence.

Enfin, la variable relative à la privatisation de Tunisie Telecom présente un coefficient de signe négatif. Cela signifie que la diminution de la part de marché de l'opérateur public fait augmenter le seuil de préférence pour la collusion, ce qui rend la collusion plus difficile. Ce résultat est non conforme au résultat théorique annoncé ci-dessus et montrant que le seuil de préférence pour la collusion quand les deux opérateurs sont privés est plus petit que celui obtenu lorsque le duopole est mixte. Ce fait est dû à l'augmentation du tarif de détails qui a augmenté lors de la privatisation de l'opérateur historique « *Tunisie Telecom* » en 2006. Ce paradoxe est expliqué par la négativité du coefficient de la variable associée aux tarifs de terminaison d'appel "*a*" comme l'indique le *Tableau 3*.

Il n'est pas inutile, pour mieux comprendre ce résultat, de rappeler que l'opérateur historique *Tunisie Telecom* a été partiellement privatisé (35% seulement de la société), ce qui ne correspond pas à un passage à un marché purement privé, comme nous le supposons dans notre étude.

7. Conclusion :

Dans ce papier nous avons modélisé et nous avons comparé la préférence pour la collusion dans deux marchés : le premier est formé par deux opérateurs mixtes pratiquant successivement des coûts d'interconnexion linéaires et puis quadratiques, et le second est composé de deux opérateurs privés avec la même variation de la structures de coûts. Dans chaque cas, nous avons calculé le seuil critique de préférence pour le présent. Ce seuil semble dépendre, selon le cas, de deux variables qui sont le tarif d'interconnexion "a" et un paramètre μ relatif à la technologie employée par l'opérateur.

Dans un duopole mixte, la collusion semble être plus difficile lorsque la structure des coûts est quadratique, que dans le cas où cette structure est linéaire. Ce constat reste valable lorsque le duopole devient privé. Par contre, dans un duopole privé, la collusion semble être plus difficile lorsque la structure des coûts est linéaire et plus facile lorsque la structure des coûts est quadratique, que dans le cas d'un duopole mixte.

Le seuil de préférence pour la collusion représente un indicateur pertinent à la disposition du régulateur pour estimer les préférences des opérateurs pour la collusion. Le régulateur, pour mettre en place un système concurrentiel, peut fixer le tarif d'interconnexion et le coût marginal à un niveau qui minimise la préférence pour la collusion.

L'application au cas du marché de téléphonie mobile tunisien, comme exemple de marché dans les pays en voie de développement, nous a permis de calculer les différentes valeurs théoriques du seuil de préférence pour la collusion, ainsi que leurs variations sur un secteur dynamique qui a changé de structure en passant d'un duopole mixte à un duopole privé. Le régulateur peut utiliser nos résultats afin de mieux contrôler l'état de la concurrence sur le marché, et ce en agissant sur l'état de la technologie, le tarif d'interconnexion, et le seuil critique de préférence pour al collusion.

Une des extensions théoriques possibles consiste à se rapprocher plus de la réalité et à étudier la préférence pour la collusion en supposant un coût marginal plus élevé pour l'opérateur public, c'est-à-dire un retard technologique par rapport à l'opérateur privé.

Annexe 1 :

	Duopole mixte		Duopole privé	
	Coûts linéaires	**Coûts quadratiques**	**Coûts linéaires**	**Coûts quadratiques**
Profit Cournot	$\pi_1^* = (a-\mu)(1-a)$	$\pi_1^* = \big(\mathrm{a} - 2\mu(1-\mathrm{a})\big)(1-\mathrm{a})$	$\pi_1^* = \frac{(1-a)}{9}(1+2a-3\mu)$	$\pi_1^* = \frac{1}{9}(1-a)(1+2a(1+\mu)-2\mu)$
	$q_{12}^* = 0$	$q_{12}^* = 0$	$q_{12}^* = \frac{1}{3}(1-a)$	$q_{12}^* = \frac{1}{3}(1-a)$
Profit en collusion	$\pi^{Col} = \frac{1}{4}(1-\mu)^2$	$\pi^{Col} = \frac{1}{(4+8\mu)}$	$\pi^{Col} = \frac{1}{8}(1-\mu)^2$	$\pi^{Col} = \frac{1}{8(1+2\mu)}$
	$q_{12}^{col} = \frac{1}{2}(1-\mu)$	$q_{12}^{col} = \frac{1}{2(1+2\mu)}$	$q_{21}^{col} = \frac{1}{4}(1-\mu)$	$q_{12}^{col} = \frac{1}{4(1+2\mu)}$
Profit de déviation	$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \frac{1}{16}(1+\mu-2a)^2 + \frac{1}{2}(1-\mu)(a-\mu)$	$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - \frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\mathrm{a} - \frac{\mu}{(1+2\mu)}\right) . \frac{1}{(1+2\mu)}$	$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(\frac{3}{8} + \frac{1}{8}\mu - \frac{1}{2}a\right)^2 + \frac{1}{4}(\mathrm{a}-\mu)(1-\mu)$	$\pi_1^{\mathrm{Dev}} = \left(\frac{3+8\mu-8\mu\mathrm{a}-4\mathrm{a}}{8(1+2\mu)}\right)^2 + \left(\frac{4\mathrm{a}+8\mathrm{a}\mu-2\mu}{16(1+2\mu)^2}\right)$
	$q_{12}^{dev} = \frac{1}{4}(1+\mu-2a)$	$q_{12}^{dev} = \frac{1}{2}\left(\frac{1+4\mu}{2+4\mu} - a\right)$	$\mathrm{q}_{12}^{\mathrm{dev}} = \frac{1}{8}(3+\mu-4\mathrm{a})$	$q_{12}^{dev} = \frac{3+8\mu(1-a)-4a}{8(1+2\mu)}$
Seuil critique $(\mu = 1)$	$\bar{\delta} = \frac{1}{5}$	$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{5}{6}-\frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a} - \frac{1}{18}\right) - \frac{1}{12}}{\left(\frac{5}{6}-\frac{1}{2}\mathrm{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{6}\mathrm{a} - \frac{1}{18}\right) - (3\mathrm{a}-2)(1-\mathrm{a})}$	$\bar{\delta} = \frac{9}{17}$	$\bar{\delta} = \frac{\left(\frac{11-12\mathrm{a}}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(\mathrm{a}-\frac{1}{6}\right) - \frac{1}{24}}{\left(\frac{11-12\mathrm{a}}{24}\right)^2 + \frac{1}{12}\left(\mathrm{a}-\frac{1}{6}\right) - \frac{1}{9}(1-a)(4a-1)}$

Bibliographies:

Armstrong, M. et Wright, J. (2009), «Mobile Call Termination,» *The Economic Journal*, vol. 119, Issue 538, pp. F-270-F307.

Artz B., Heywood, J. and McGinty, M., (2009): "The merger paradox in a mixed oligopoly," *Research in Economics*, vol. 63, pp. 1-10.

Baranes, E. and Flochel, L., (1999): "Interconnexion de réseaux et qualité de linfrastructure comme barrière à l'entrée : Quels Instruments de Régulation," *Recherches Economiques de Louvain*, vol. 65(1), pp. 23-46.

Baranes, E., et Jeanneret, M.H. (1996), « Ouverture des réseaux de télécommunications : problèmes et enjeux, » *Revue économique*, vol. 47, n°6, pp. 1297-1308.

Baranes, E., Mirabel, F. et Poudou, J.Ch. (2012) « Collusion Sustainability with Multimarket Contacts: revisiting HHI tests, » *Theoretical Economics Letters*, vol. 2, pp. 307-315.

Baranes, E., Mirabel, F. et Poudou, J.Ch. (2007) « Concentration des marchés et comportements collusifs : des confits entre HHI et seuils de collusion,» *Cahiers de Recherche, CREDEN*, n° 07.01.68.

Baranes, E. and Poudou, J.C., (2010): "Cost-based access regulation and collusion in a differentiated duopoly," *Economics Letters*, vol. 106, pp. 172-176.

Berger, U. (2005) « Bill-and-keep vs. cost-based access pricing revisited» *Economics Letters*, vol.86, pp 107.112

Brander, J.A. et Zhang, A. (1990) « Market conduct in the airline industry: empirical investigation» *Rand Journal of Economics*, vol.21, n°4, pp. 567-583.

Briglauer, W. Schwarz, A. et Zulehner, Ch. (2009) « Is fixed-mobile substitution strong enough to de-regulate fixed voice telephony? Evidence from the Austrian markets,» *Document de Travail, Research Institute for Regulatory Economics*, n° 2

Bulatovic, V., (2004): "Les Enjeux Economiques de l'Interconnexion des Réseaux de Télécommunications," *Thèse de Doctorat*, Université d'Orléans.

Colombier, N., MChirgui, Z. and Pénard, T., (2010): "Une analyse empirique des stratégies d'interconnexion des opérateurs internet," *Journal d'économie industrielle*, vol. 131, pp. 25-50.

Cortade, T. (2005), « Règlementation, Structures de Marché et Comportements Stratégique Sur le Marché de l'Internet, » *thèse de Doctorat*, Université de Montpellier.

Davidson, C., et Deneckere, R. (1984), "Horizontal Mergers and Collusive Behavior," *International Journal of Industrial Organization*, vol.2, pp. 117-132.

De Donder, Ph. (2005), « L'entreprise publique en concurrence : les oligopoles mixtes, » *Revue française d'économie*, vol. 20, n°2, pp. 11-50.

De Fraja, G. et Delbono, F. (1989), "Alternative strategies of a public enterprise in oligopoly", *Oxford Economic Papers*, n° 41, pp. 302-311.

De Fraja, G. et Delbono, F. (1988), "Mixed Oligopoly: An Overview," *Document de Travail, Département d'Economie, Université de Boulogne*, n° 42.

Debbichi, S. et Ben Khalifa, A. (2013), "Market Conduct, interconnection costs and benchmarking in mobile phone industry: the Tunisian case," *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, vol. 7, n° 1, pp. 1-13.

Debbichi, S. et Hichri, W. (2013), "Threshold of Preference for Collusion and Interconnection Fees in Different Market Structures : the Tunisian Mobile Market Case, » *Document de Travail GATE* n° 2013-07.

Dessein, W., (2003): "Networkcompetition in nonlinear pricing," *the RAND Journal of Economics*, vol. 34(4), pp. 593-611.

Flacher, D. et Jennequin, H. (2007), « Réguler le secteur des Télécommunications ? Enjeux et perspectives, » ed. *Economica*.

Flochel, L., (1999): "Interconnexion de Réseaux et Charges daccès : Une Analyse stratégique," *Annales d'économie et de statistique*, vol. 53, pp. 171-196.

Friedman, J. (1971), "A non-cooperative equilibrium for supergames", *Review of Economic Studies, vol.* 38 (1), pp. 1–12.

Girardi, B., (2007): "L'utilisation de la comptabilité de gestion dans la régulation : le cas de la régulation de l'interconnexion dans les télécommunications en France," *Thèse de Doctorat, Université Paris IX Dauphine*.

Harbord, D. et Pagnozzi, M. (2010) « Network-Based Price Discrimination and 'Bill-and-Keep' vs. 'Cost-Based' Regulation of Mobile Termination Rates,» *Review of Network Economics*, vol. 9, Issue 1, Article 1, pp. 1-46.

Hoffler, F., (2009): "Mobile Termination and collusion, Revisted," *Journal of Regulatory Economics*, vol. 35, pp. 246-274.

Karacuka, M., Haucap, J. et Heimeshoff, U. (2011) «Competition in Turkish mobile telecommunications markets: Price elasticities and network substitution,» *Telecommunications Policy*, vol. 35, Issue 2, pp. 202–210.

Laffont, J.-J. and Tirole, J., (2000): "Competition in Telecommunications," *MIT Press*, Cambridge.

Madden, G. et Savage, S.J. (2000) «Market Structure, Competition, and Pricing in United States International Telephone services, » *Review of Economics and Statistics,* vol. 82, pp. 291-296.

Ouattara, S.K., (2011): "Profitabilité des fusions dans un oligopole mixte asymétrique," *Document de Travail, CREM,* n°26, *université de Rennes.*

Parker, Ph.M. et Roller, L.H. (1997) «Collusive conduct in duopolies: multimarket contact and cross-ownership in the mobile telephone industry,» *RAND Journal of Economics*, vol. 28, n° 2, pp. 304-322.

Parsons, S.G., (2002): "Laffont and Tirole's Competition in Telecommunications: a view from the US," *International Journal of the Economics of Business*, vol. 9(3), pp. 419-436.

Pénard, T. (2003): "Structures du marché et pratiques facilitant la collusion : une approche par la théorie des jeux répétés," *Économie rurale*, n° 277-278, pp. 80-98.

Pénard, T. (2002), "Competition and Strategy on the Mobile Telephony Market : a Look at the GSM Business Model in France", *Communication & Strategies*, n°45, pp. 49-79.

Schiff, A.F. (2005), «Three Essays in Network Economics: Two-Way Interconnection, Two-Sided Networks, and Reputation Systems», *Thèse de Doctorat, University of Auckland.*

Souam S. et Pénard, T. (2002), "Collusion et politique de la concurrence en information asymétrique," *Annales d'Économie et de Statistique*, n°66, pp. 209-233.

Vogelsang, I. (2010) « The relationship between mobile and fixed-line communications: A survey,» *Information Economics and Policy,* vol. 22, Issue 1, pp. 4–17.

Wallsten, S.J. (2002) « Does Sequencing Matter? Regulation Privatization in Telecommunications Reforms,» *Policy research Working Paper*, n° 2817, Development Research Group, the World Bank.

Wallsten, S.J. (2001) «An Econometric Analysis of Telecom Competition, Privatization, and Regulation in Africa and Latin America,» *Journal of Industrial Economics,* vol. 49(1), pp. 1-19.